



DE 100 02 806 A 1

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 100 02 806 A 1

51 Int. Cl. 7:
B 01 D 3/00
B 01 J 19/00
B 01 J 8/00

21 Aktenzeichen: 100 02 806.3
22 Anmeldetag: 24. 1. 2000
43 Offenlegungstag: 26. 7. 2001

71 Anmelder:
BASF AG, 67063 Ludwigshafen, DE

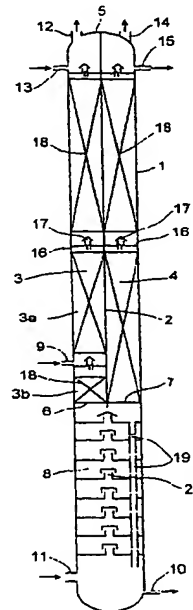
74 Vertreter:
Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, Isenbruck, 68165
Mannheim

72 Erfinder:
Kammel, Ulrich, Dr., 67346 Speyer, DE;
Machhammer, Otto, Dr., 68163 Mannheim, DE;
Zehner, Peter, Dr., 67071 Ludwigshafen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Multishaft-Kolonne

57 Die Erfindung betrifft eine Kolonne zum Trennen von Gemischen mit mindestens drei Stoffen, mit einer äußeren, einen Innenraum der Kolonne begrenzenden Hülle (1) und mindestens einem Kolonnendeckel (5), sowie mehreren sich über einen Abschnitt der Längsausdehnung der Kolonne erstreckenden, einseitig in den Innenraum der Kolonne geöffneten Teilkammern (3, 4), wobei eine Teilkammer als Zulaufkammer (3) ausgebildet ist, der das zu trennende Gemisch zugeleitet wird, sowie mindestens einer Vereinigungskammer (8), die sich an die in den Innenraum der Kolonne gerichtete Öffnung von mindestens zwei Teilkammern (3, 4) anschließt. Dadurch, daß die Zuleitung des zu trennenden Gemisches in die Zulaufkammer (3) an einem Ort beabstandet zum offenen Ende der Zulaufkammer (3) erfolgt, in der Weise, daß die Zulaufkammer in dem sich zur einen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt als Verstärkungssäule (3a) ausgebildet ist und in dem sich zur anderen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt (3b) als Abtriebssäule ausgebildet ist, können Mehrstoffgemische in reinere Fraktionen aufgetrennt werden, wobei der apparative und der energetische Aufwand gegenüber hintereinander geschalteten Kolonnen verringert ist.



DE 100 02 806 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kolonne zum Trennen von Gemischen mit mindestens drei Stoffen, mit einer äußeren, einen Innenraum der Kolonne begrenzenden Hülle und mindestens einem Kolonnendeckel, sowie mehreren sich über einen Abschnitt der Längsausdehnung der Kolonne erstreckenden, einseitig in den Innenraum der Kolonne geöffneten Teilkammern, wobei eine Teilkammer als Zulaufkammer ausgebildet ist, der das zu trennende Gemisch zugeleitet wird, sowie mindestens einer Vereinigungskammer, die sich an die in den Innenraum der Kolonne gerichtete Öffnung von mindestens zwei Teilkammern anschließt.

Die destillative Trennung von Mehrstoffgemischen mit Hilfe mehrerer, hintereinander geschalteter Kolonnen erfordert einen hohen apparativen und regelungstechnischen Aufwand. Dieser hohe apparative Aufwand ist erforderlich, wenn eine Auftrennung des Stoffgemisches in möglichst reine Fraktionen angestrebt wird. Anspruchsvoll ist hier vor allem die Darstellung einer Fraktion eines Stoffes mit mittlerem Siedepunkt, der keine oder nur geringe Verunreinigungen durch Stoffe leichter bzw. höher siedender Fraktionen enthalten soll.

Zur Verminderung des apparativen Aufwands wird in der EP 0 755 707 A1 eine Destillationskolonne vorgeschlagen, deren Innenraum im oberen oder im unteren Teil der Kolonne mit einer senkrechten Trennwand in zwei Teilkammern aufgeteilt wird. Die Teilkammern erstrecken sich vom Deckel bzw. Boden der Kolonne über einen Abschnitt der Längsausdehnung der Kolonne und sind einseitig in den Innenraum der Kolonne geöffnet. Je nachdem, ob sich die Trennwand vom Deckel oder vom Boden der Kolonne aus in den Innenraum der Kolonne erstreckt, wird eine Kolonne mit zwei Verstärkungssäulen und einer Abtriebssäule bzw. zwei Abtriebssäulen und einer Verstärkungssäule erhalten. Die Teilkammern weisen jeweils eigene Kondensatoren bzw. Verdampfer auf. Der Zulauf des aufzutrennenden Stoffgemisches erfolgt durch eine Zuleitung, die angrenzend zum unteren bzw. oberen Ende der Trennwand angeordnet ist.

Im Weiteren wird zunächst die Auftrennung eines ternären Stoffgemisches mit Hilfe einer Destillationskolonne gemäß der EP 0 755 707 A1 mit zwei Verstärkungssäulen und einer Abtriebssäule beschrieben. Für die weitere Erklärung wird die Komponente des Stoffgemisches mit dem höchsten Siedepunkt als Hochlieder bezeichnet, die Komponente mit dem niedrigsten Siedepunkt als Leichtlieder, und die Komponente, die einen Siedepunkt zwischen dem Siedepunkt des Hochsieders und des Leichtsieders aufweist, als Mittelsieder. Das ternäre Gemisch wird in eine der Teilkammern eingeleitet, wobei die Zuführung nahe dem unteren Ende der Teilkammer angeordnet ist. Aus dem aufsteigenden Gasstrom werden die höher siedenden Anteile des Mittelsieders und des Hochsieders auskondensiert. Das Kondensat fließt nach unten und sammelt sich auf einer Platte, welche die Zulaufkammer nach unten zum Abtriebsteil der Kolonne hin abschließt. Das Kondensat wird aus der Zulaufkammer durch eine am unteren Ende der Trennwand vorgesehene Öffnung in den Abtriebsteil der Kolonne ausgeleitet. Das Kondensat fließt weiter nach unten, wobei durch aufsteigende heiße Gasströme die leichter siedenden Anteile des Mittelsieders verdampft werden. Am unteren Ende der Kolonne sammelt sich ein Kondensat, das reich an Hochsieder ist. Es wird aus der Kolonne ausgeleitet und teilweise mit einem Verdampfer wieder verdampft. Die verdampfte, gasförmige Phase wird dann wieder dem unteren Teil der Kolonne eingeleitet und steigt nach oben, wo die höher siedenden Anteile von nach unten laufendem Kondensat auskonden-

siert werden. Die nach oben steigenden leichter flüchtigen Anteile des Mittelsieders steigen in den zweiten Auftriebsteil der Kolonne auf, wo am Kolonnenkopf der zweiten Teilkammer eine Mittelsiederfraktion abgezogen und auskondensiert wird. Eine Gasverbindung zwischen dem Abtriebsteil der Kolonne und dem ersten, als Zulaufkammer ausgebildeten Verstärkungsteil der Kolonne ist nicht vorgesehen. Die Abtrennung der Leichtsiederanteile in der ersten Teilkammer ist daher unvollständig, weshalb die am Kopf der zweiten Verstärkungssäule abgenommene Mittelsiederfraktion noch mit Leichtsiederanteilen verunreinigt ist.

Im Falle eines Kolonnenaufbaus mit zwei Abtriebsteilen und einem Verstärkerteil, in dem also der untere Teil der Kolonne von zwei Teilkammern gebildet wird, ist die Mittelsiederfraktion dagegen noch mit Anteilen an Schwersiedern verunreinigt. In diesem Fall wird das ternäre Stoffgemisch, bestehend aus Schwersieder, Mittelsieder und Leichtsieder, in den als Zulaufkammer ausgebildeten ersten Abtriebsteil eingeleitet. Das ternäre Stoffgemisch liegt dabei überwiegend in flüssiger Phase vor. In der Zulaufkammer werden die leichter flüchtigen Leicht- und Mittelsieder verdampft und entweichen durch Öffnungen, die in einer Platte vorgesehen sind, die die Zulaufkammer nach oben hin abschließt, in den oberen Auftriebsteil der Kolonne. Die Öffnungen der Platte erlauben nur einen Gasübertritt von der Zulaufkammer in den oberen Verstärkerteil der Kolonne, jedoch keinen Übertritt von flüssiger Phase aus dem Verstärkerteil in die Zulaufkammer. Mit dem Gasstrom aus der Zulaufkammer in den Verstärkerteil der Kolonne überführte Anteile des Hochsieders werden daher mit dem Mittelsieder in der zweiten Teilkammer auskondensiert und verunreinigen die Mittelsiederfraktion.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kolonne zur Verfügung zu stellen, mit deren Hilfe reinere Fraktionen des Mittelsieders erhalten werden können.

Diese Aufgabe wird bei einer Kolonne zum Trennen von Gemischen mit mindestens drei Stoffen, mit einer äußeren, einen Innenraum der Kolonne begrenzenden Hülle und mindestens einem Kolonnendeckel, sowie mehreren sich über einen Abschnitt der Längsausdehnung der Kolonne erstreckenden, einseitig in den Innenraum der Kolonne geöffneten Teilkammern, wobei eine Teilkammer als Zulaufkammer ausgebildet ist, der das zu trennende Gemisch zugeleitet wird, sowie mindestens einer Vereinigungskammer, die sich an die in den Innenraum der Kolonne gerichtete Öffnung von mindestens zwei Teilkammern anschließt, dadurch gelöst, daß die Zuleitung des zu trennenden Gemisches in die Zulaufkammer an einem Ort beabstandet zum offenen Ende der Zulaufkammer erfolgt, in der Weise, daß die Zulaufkammer in dem sich zur einen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt als Verstärkungssäule ausgebildet ist und in dem sich zur anderen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt als Abtriebssäule ausgebildet ist.

Da die Zuleitung des zu trennenden Gemisches in die Zulaufkammer beabstandet zum offenen Ende der Zulaufkammer erfolgt, in der Weise, daß die Zulaufkammer in dem sich zur einen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt als Verstärkungssäule ausgebildet ist und in dem sich zur anderen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt als Abtriebssäule ausgebildet ist, erfolgt eine bessere Auftrennung der einzelnen Fraktionen, da die im Zulaufteil abgetrennte Fraktion mit dem höchsten bzw. mit dem tiefsten Siedepunkt wegen des zusätzlich in der Zulaufkammer vorgesehenen Verstärkungs- bzw. Abtriebsabschnitts nicht in die anderen Kammern der Kolonne verschleppt wird. Im Falle mehrerer Auftriebsteile werden daher keine oder nur noch geringe Anteile der Leichtsieder-

fraktion mit den tiefer siedenden Anteilen mitgeführt, bzw. im Falle von mehreren Abtriebs teilen keine oder nur noch geringe Anteile der Schwersiederfraktion mit den höher siedenden Anteilen mitgeführt. Als Folge wird eine reinere Fraktion der Mittelsieder erhalten. Die einzelnen Teilkammern der Kolonne können unabhängig voneinander betrieben werden. So kann durch entsprechende Einbauten oder Packungen der Kopfdruck bzw. die Kopftemperatur einer einzelnen Teilkammer verändert werden, ohne daß dadurch zwangsläufig Kopfdrücke bzw. Kopftemperaturen in den anderen Teilkammern zwangsläufig verändert werden. Dadurch stehen für ein bestimmtes Trennproblem mehr Freiheiten in der Führung der Trennung zur Verfügung als z. B. bei Trennwandkolonnen.

Unter dem offenen Ende der Zulaufkammer wird das zum Innenraum weisende Ende der Zulaufkammer verstanden, über das ein Gas- und Flüssigkeitsaustausch mit den anderen Kammern stattfindet. Unter einer Vereinigungskammer wird der Abschnitt der Kolonne verstanden, der sich im Innenraum der Kolonne an die Teilkammern anschließt und sich über die in den Innenraum der Kolonne gerichtete Öffnung von mindestens zwei Teilkammern erstreckt. Unter einem Verstärkungsabschnitt wird der Abschnitt der Zulaufkammer verstanden, der sich in Richtung der aufsteigenden heißen Gase an der Zuleitung des zu trennenden Gemisches in die Zulaufkammer anschließt. Unter einem Abtriebsabschnitt wird der Abschnitt der Zulaufkammer verstanden, der sich in Richtung des nach unten strömenden Kondensats an den Ort der Zuleitung des zu trennenden Gemisches in die Zulaufkammer anschließt. Sowohl im Verstärkungsabschnitt, wie auch im Abtriebsabschnitt findet eine ständige Neueinstellung des Gleichgewichts zwischen flüssiger und gasförmiger Phase in Abhängigkeit von der Temperatur statt, wodurch eine Auftrennung des Stoffgemisches erfolgt.

Im Gegensatz zur Kolonne gemäß der EP 0 755 707 findet bei der erfindungsgemäßen Kolonne zwischen der Zulaufkammer und der an sie anschließenden Vereinigungskammer ein Stoffaustausch sowohl der gasförmigen wie auch der flüssigen Phase statt. Dies trifft sowohl in dem Falle zu, in dem der obere Abschnitt der Kolonne in mehrere Teilkammern aufgeteilt ist, wie in dem Fall, in dem der untere Abschnitt der Kolonne von mehreren Teilkammern gebildet wird. Ein Ablenkungsblech, das bei der Kolonne gemäß der EP 0 755 707 vorgesehen ist, um im Falle der Ausbildung der Zulaufkammer als Verstärkungssäule eine Ableitung der kondensierten Phase, bzw. bei einer Ausführung der Zulaufkammer als Abtriebs teil zur Abführung der gasförmigen Phase vorgesehen ist ohne daß dabei ein Stoffaustausch in der Gegenrichtung erfolgt, ist bei der erfindungsgemäßen Kolonne nicht vorgesehen.

Sofern die Zulaufkammer an ihrem offenen Ende beispielsweise mit einer Platte abgeschlossen ist, ist eine Austauschverbindung zwischen Zulaufkammer und Vereinigungskammer vorgesehen, zum Austausch von gasförmiger und flüssiger Phase. Die Platte kann in diesem Fall beispielsweise als Glockenboden ausgebildet sein. Der Austausch von flüssiger und gasförmiger Phase erfolgt normalerweise frei unter dem Einfluß der Schwerkraft bzw. durch Konvektion. Für bestimmte Anwendungen kann der Austausch der Phasen auch zwangsweise erfolgen. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn in den einzelnen Kammern unterschiedliche Drücke herrschen sollen, weil z. B. eine der Komponenten des Stoffgemisches nur bis zu einer bestimmten Temperatur belastbar ist. In der Austauschverbindung für die flüssige Phase ist dann eine Pumpe zum zwangsweisen Transport der flüssigen Phase vorgesehen. In der Austauschverbindung für die gasförmige Phase ist ein entsprechendes Drosselorgan vorgesehen.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Teilkammern konzentrisch angeordnet. In diesem Fall bildet die Zulaufkammer die äußerste Teilkammer, welche sich an die Innenseite der Hülle der Kolonne anschließt. In den Teilkammern können unterschiedliche Temperaturen bzw. Drücke herrschen. Dies bewirkt eine unterschiedliche Ausdehnung des Materials der Kolonne an verschiedenen. Durch die konzentrische Anordnung der Teilkammern wird ein Verziehen oder Verspannen der Kolonne weitgehend vermieden.

Bei einer anderen Ausführungsform ist die Trennwand entlang mindestens einer ihrer Längsseiten mit der inneren Seite der Hülle der Kolonne verbunden. Die Trennwand bildet dann mit der Hülle der Kolonne und gegebenenfalls weiteren Trennwänden die einzelnen Teilkammern aus. Allen Ausführungsformen gemeinsam ist, daß ein Flüssigkeitsaustausch zwischen in horizontaler Richtung nebeneinander angeordneten Teilkammern nicht stattfindet und ein Stoffaustausch nur über die Gasphase bewirkt wird.

Die Trennwände sind meist plan ausgebildet. Um einem Verziehen der Trennwand durch unterschiedliche Temperaturbelastungen auf den verschiedenen Seiten entgegenzuwirken, ist bei einer Ausführungsform der Erfindung jedoch vorgesehen, daß die Trennwand eine Wölbung aufweist.

In der Kolonne kann auch eine Teilungswand vorgesehen sein, die zumindest abschnittsweise innerhalb einer Teilkammer angeordnet ist. Derartige Teilungswände sind beispielsweise aus der US 4,230,533 bekannt. Die Teilungswände, im Allgemeinen als Trennbleche ausgebildet, bilden in der Kolonne Kammern aus, die in Längsrichtung der Kolonne nach unten und nach oben geöffnet sind. Solche Teilungswände bewirken insbesondere bei großen Siedepunktsdifferenzen der Komponenten eines Stoffgemisches eine ausreichende Trennwirkung. Insbesondere bei Stoffgemischen mit mehr als drei Komponenten steht daher dem Fachmann ein Mittel zur Verfügung, das bei ausreichenden Siedepunktsdifferenzen eine einfache Auftrennung des Stoffgemisches erlaubt.

Die Trennwände können aus Segmenten aufgebaut sein. Dies ermöglicht eine einfache Abstimmung der Kolonne auf ein bestimmtes Trennproblem, in dem die Längsausdehnung der Kammer angepaßt wird. Weiter bietet die Bauweise in Segmenten den Vorteil, daß die Trennwände eine erhöhte Beweglichkeit erhalten, also durch Temperaturdifferenzen über die Ausdehnung der Trennwand geringere Spannungen aufgebaut werden.

Vorteilhaft werden die Segmente durch wenigstens einen Zuganker zusammengehalten. Der Zuganker wird dabei so angeordnet, daß eine ausreichende Beweglichkeit der Segmente gewährleistet ist, um dem Aufbau von Spannungen entgegenzuwirken.

Um dem Aufbau von Spannungen entgegenzuwirken wird die Kolonne weiter vorteilhaft an ihrem Deckel aufgehängt.

In den Teilkammern oder den Vereinigungskammern können Schüttungen, Packungen, Einbauten oder Trennböden vorgesehen sein. Möglich ist auch der Einbau von Aktivpackungen, die eine Umsetzung eines oder mehrerer Stoffe während der Destillation ermöglichen. Verschiedene Schüttungen, Packungen oder Einbauten in den Teilkammern können beliebig kombiniert werden und die Kolonne damit auf ein bestimmtes Trennproblem abgestimmt werden. Ein großer Vorteil der erfindungsgemäßen Kolonne besteht darin, daß in den einzelnen Teilkammern unterschiedliche Kopfdrücke verwirklicht werden können. Damit kann auch die Kopftemperatur in den einzelnen Teilkammern beeinflusst werden. Dies ermöglicht eine Absenkung der Temperatur beispielsweise bei der Abtrennung temperaturempfindlicher Stoffe. Die Kolonne kann auch so ausgestaltet werden,

daß die Auftrennung von Stoffgemischen mit mehr als vier Komponenten möglich ist. Dazu werden mehrere Trennwände mit unterschiedlicher Längsausdehnung vorgesehen. Die Trennwände werden dabei so ausgestaltet, daß zwischen aufeinanderfolgenden Kammern ein Abschnitt gebildet wird, in dem Reste des in der in Richtung steigender Temperatur zuvor angeordneten Kammer abgetrennten Stoffes aus dem zu trennenden Stoffgemisch rückgeführt werden. In Richtung steigender Siedepunkte der abgetrennten Komponenten des Stoffgemisches nimmt also die Längsausdehnung nebeneinander angeordneter Trennwände zu.

Die Erfindung wird im Weiteren unter Bezugnahme auf eine Zeichnung genauer erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolonne

Fig. 2a-m schematisch einen Längsschnitt durch verschiedene Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Kolonne

Fig. 3a-l eine schematische Darstellung verschiedener Anordnungen der Teilkammern im Querschnitt

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Kolonne

Fig. 5 einen Längsschnitt durch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kolonne

Fig. 6 eine Detailansicht des Aufbaus einer Teilkammer

Fig. 1 zeigt eine Kolonne zur Auftrennung eines Gemisches aus einer Leichtsiederfraktion, einer Mittelsiederfraktion, deren Siedepunkt etwas oberhalb der Leichtsiederfraktion liegt, sowie eine Schwertsiederfraktion. Die Kolonne weist eine Hülle 1 auf, die den Innenraum der Kolonne umgibt. Der Innenraum ist im oberen Abschnitt der Kolonne von einer Trennwand 2 in eine Zulaufkammer 3 und eine Teilkammer 4 aufgeteilt. Die Trennwand 2 schließt mit dem Kolonnendeckel 5 ab, so daß ein Stoffaustausch zwischen Zulaufkammer 3 und Teilkammer 4 nur über deren zur Innenseite der Kolonne hin gerichteten offenen Enden 6 und 7 möglich ist. An die Zulaufkammer 3 und die Teilkammer 4 schließt sich nach unten eine Vereinigungskammer 8 an, deren Querschnitt den Querschnitt der Zulaufkammer 3 und der Teilkammer 4 überdeckt. Das zu trennende Stoffgemisch wird durch die Zuleitung 9 in die Zulaufkammer 3 der Kolonne eingeletet. Die Zuleitung 9 ist beabstandet zum offenen Ende 6 der Zulaufkammer 3 angeordnet. Am unteren Ende der Vereinigungskammer 8 ist ein Sumpfablauf 10 vorgesehen, durch den die Schwertsiederfraktion abgezogen und einem (nicht dargestellten) Verdampfer zugeführt wird. Der Anteil der Schwertsiederfraktion wird durch die Dampfzuführung 11 der Kolonne wieder zugeleitet. Am Kopf der Zulaufkammer 3 ist eine Dampfausleitung 12 vorgesehen, durch die die dampfförmige Phase einem (nicht dargestellten) Kondensator zugeführt wird. Die auskondensierte flüssige Phase wird über Zuleitung 13 zumindest zum Teil wieder in die Zulaufkammer 3 zurückgeführt. Am Kopf der Teilkammer 4 ist eine Dampfausleitung 14 vorgesehen, durch welche die dampfförmige Phase aus der Teilkammer 4 einem (nicht dargestellten) Kondensator zugeführt wird. Die auskondensierte flüssige Phase kann über Rückführungsleitung 15 der Teilkammer 4 zumindest zum Teil wieder zugeführt werden. Die dargestellte Kolonne ist in der Vereinigungskammer 8 als Glockenbodenkolonne ausgestaltet. Die Zulaufkammer 3 und die Teilkammer 4 weisen jeweils Zwischenböden 16 auf, die Öffnungen 17 für den Gas- und Flüssigkeitsaustausch aufweisen. Zwischen den Zwischenböden 16 sowie im Abschnitt 3a der Zulaufkammer zwischen Zuleitung 9 und offenem Ende 6 sind Einbauten, Trennböden, Packungen oder Schüttungen 18 vorgesehen. Diese können für die Zulaufkammer 3 und die Teilkammer 4 unterschiedlich sein.

Das zu trennende Gemisch wird als Dampf oder flüssige Phase durch Zuleitung 9 in die Zulaufkammer 3 eingeletet. Die gasförmigen Anteile steigen in der Zulaufkammer 3 nach oben, wobei die schwerer siedenden Anteile durch die von oben entgegenströmende flüssige Phase auskondensiert werden. Der sich in der Zulaufkammer 3 nach oben anschließende Abschnitt 3a wirkt als Verstärkungssäule. Die an höher siedenden Anteilen abgereicherte gasförmige Phase wird am Kolonnendeckel 5 durch die Dampfausleitung 12 aus der Kolonne geführt. Sie wird einem Kondensator (nicht dargestellt) zugeleitet, in dem zumindest teilweise eine Auskondensation erfolgt. Die auskondensierte flüssige Phase wird zumindest teilweise durch die Rückführungsleitung 13 dem oberen Bereich der Zulaufkammer 3 wieder zugeführt. Die flüssige Phase fließt durch die Zulaufkammer 3 nach unten, wobei sie die Zwischenböden 16 jeweils durch die Öffnungen 17 passiert. Auf dem Weg nach unten werden durch aufströmende heiße Gase leichter flüchtige Anteile aus der nach unten laufenden flüssigen Phase verdampft. Die flüssige Phase fließt weiter nach unten, bis sie schließlich den Ort des Zulaufs 9 anschließende Abschnitt 3b der Zulaufkammer 3 passiert. Der sich unterhalb des Zulaufs 9 anschließende Abschnitt 3b der Zulaufkammer 3 wirkt als Abtriebssäule. Durch aus der Vereinigungskammer 8 aufsteigende Gas, die über das offene Ende 6 der Zulaufkammer 3 in die Zulaufkammer 3 aufsteigen, werden in der abwärts fließenden flüssigen Phase noch vorhandene leicht flüchtige Anteile verdampft. Passiert die durch die Zulaufkammer 3 nach unten laufende flüssige Phase das offene Ende 6 der Zulaufkammer 3, ist die flüssige Phase weitgehend frei von leicht flüchtigen Anteilen. Die flüssige Phase tritt in die Vereinigungskammer 8 ein, wo auf ihrem Weg nach unten durch aufsteigende heiße Gase flüchtige Anteile verdampft werden. Die flüssige Phase fließt durch Öffnungen 19 in den Glockenböden weiter nach unten, bis sie sich schließlich im Sumpf der Kolonne sammelt. Die an leichter siedenden Anteilen abgereicherte flüssige Phase wird über den Sumpfablauf 10 aus der Kolonne geleitet und zumindest teilweise einem (nicht dargestellten) Verdampfer zugeführt. Zumindest ein Teil der flüssigen Phase wird zumindest teilweise verdampft und über die Dampfzuführung 11 wieder in die Vereinigungskammer 8 der Kolonne eingeletet. Der rückgeführte Anteil der zumindest teilweise verdampften flüssigen Phase kann entweder nur dampfförmig sein oder auch zweiphasig, d. h. flüssige und dampfförmige Anteile umfassen. Die gasförmigen Anteile steigen nach oben, wobei sie die Glockenböden durch die Kamine 20 passieren. Aus den aufsteigenden Gasen werden durch die nach unten entgegenströmende flüssige Phase die schwerer siedenden Anteile auskondensiert. Am oberen Ende der Vereinigungskammer treten die heißen Gase in die Zulaufkammer 3 und die Teilkammer 4 über. Durch die von oben entgegenströmende flüssige Phase werden weiter die schwerer flüchtigen Anteile auskondensiert. In der Zulaufkammer werden die Anteile der im Weiteren als Mittelsiederfraktion bezeichneten Substanzen, die einen etwas höheren Siedepunkt als die in der Zulaufkammer abgetrennten Leichtsieder aufweisen, auf ihrem Weg nach oben vollständig auskondensiert. In die Teilkammer 4 steigen nur gasförmige Anteile auf, die frei von Anteilen der Leichtsiederfraktion sind. Die gasförmigen Anteile steigen in der Teilkammer 4 nach oben, wobei die schwerer siedenden Anteile von der nach unten entgegenströmenden flüssigen Phase auskondensiert werden. Am Kopf der Teilkammer 4 werden die gasförmigen Anteile durch die Dampfausleitung 14 ausgeleitet und einem (nicht dargestellten) Kondensator zugeleitet. Die gasförmigen Anteile werden dort zumindest teilweise auskondensiert und zumindest ein Teil der flüssigen Phase über die Rückführungsleitung 15 der Teilkammer 4 wieder zugeführt. Die

flüssige Phase fließt durch die Teilkammer 4 wieder nach unten, wobei durch aufsteigende heiße Gase die leichter flüchtigen Anteile erneut aus der flüssigen Phase verdampft werden.

Bei gleichem Kopfdruk sind die Kopftemperaturen von Zulaufkammer 3 und Teilkammer 4 unterschiedlich. Die Kopftemperatur der Zulaufkammer 3 liegt tiefer als die Kopftemperatur der Teilkammer 4. Die Anordnung der Zuleitung 9, d. h. der Abstand zum offenen Ende 6 der Zulaufkammer 3 wird durch die Temperaturdifferenz zwischen dem Siedepunkt, der durch Dampfausleitung 12 abgenommenen Leichtsiederfraktion und der durch Dampfausleitung 14 entnommenen Mittelsiederfraktion bestimmt. Je geringer die Temperaturdifferenz ist, umso größer muß der Abstand der Zuleitung 9 vom offenen Ende 6 der Zulaufkammer 3 gewählt werden bzw. umso höher muß die Trennleistung der Einbauten sein.

In Fig. 2 sind Ausführungen der erfindungsgemäßen Kolonne für verschiedene Trennprobleme schematisch dargestellt.

Die Darstellung in Fig. 2a entspricht der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform.

Fig. 2b entspricht einer Ausführungsform zur Trennung eines aus drei Fraktionen bestehenden Gemisches, wobei das Gemisch besteht aus einem Leichtsieder (A), einem Schwersieder (C) sowie einem Mittelsieder (B). Der Siedepunkt des Mittelsieders B liegt zwischen den Siedepunkten des Leichtsieders A und des Schwersieders C, wobei sein Siedepunkt näher beim Siedepunkt des Schwersieders C liegt. Das zu trennende Stoffgemisch wird über Zuleitung 9 der Zulaufkammer 3 zugeführt. Die flüssige Phase fließt nach unten, wobei durch aufsteigende heiße Gase die leichter flüchtigen Anteile verdampft werden. Der sich in der Zulaufkammer 3 nach unten an die Zuleitung 9 anschließende Abschnitt 3b wirkt als Abtriebssäule. Die flüssige Phase, die nur noch Schwersieder enthält, sammelt sich im Sumpf der Zulaufkammer 3 und wird durch Ableitung 21 aus der Kolonne ausgeleitet. Die flüssige Phase wird zumindest teilweise einem Verdampfer 22 zugeführt und zumindest teilweise erneut verdampft. Die dampfförmigen oder gegebenenfalls auch zweiphasig vorliegenden Anteile werden über die Dampfückführungsleitung 23 der Zulaufkammer 3 wieder zugeführt, wo die heißen Gase nach oben steigen. Durch die nach unten fließenden flüssigen Anteile werden die schwerer siedenden Anteile erneut aus dem heißen Gas auskondensiert. Das aufsteigende heiße Gas passiert den Ort der Zuleitung 9. In dem sich oberhalb der Zuleitung 9 anschließenden, als Verstärkersäule wirkenden Abschnitt 3a der Zulaufkammer 3 werden noch im Gasgemisch enthaltene Anteile der Schwersiederfraktion C, die beispielsweise aus dem Zulauf der Zulaufleitung 12 mitgerissen wurden, durch von oben aus der Vereinigungskammer 8 herabströmenden flüssigen Anteile auskondensiert. Beim Übertritt des heißen Gases von der Zulaufkammer 3 in die Vereinigungskammer 8 ist die gasförmige Phase daher frei von Anteilen des Schwersieders C. Das aus Mittelsieder B und Leichtsieder A bestehende heiße Gas steigt in der Vereinigungskammer 8 weiter nach oben, wobei durch entgegenströmende flüssige Anteile die schwerer siedenden Anteile des Mittelsieders B auskondensiert werden. Am Kopf der Kolonne wird durch die Dampfausleitung 24 das an Anteilen des Mittelsieders B abgereicherte heiße Gas des Leichtsieders A ausgeleitet und einem Kondensator 25 zugeleitet. Das heiße Gas wird zumindest teilweise auskondensiert und das Kondensat über Rückführungsleitung 26 der Vereinigungskammer 8 wieder zugeführt. Ein Teil der kondensierten Leichtsiederfraktion A kann über Ausgang 27 abgenommen werden. Die auskondensierten flüssigen Anteile fließen

in der Vereinigungskammer 8 nach unten, wobei leichter flüchtige Anteile erneut durch das nach oben strömende heiße Gas verdampft werden. Die flüssige Phase tritt auf ihrem Weg nach unten sowohl in die Zulaufkammer 3 wie auch die Teilkammer 4 ein. Durch die in die Zulaufkammer 3 eintretenden flüssigen Anteile werden höher siedende Anteile des Schwersieders C aus dem nach oben strömenden Gas auskondensiert, wobei gleichzeitig leichter flüchtige Anteile des Mittelsieders B und des Leichtsieders A verdampft werden.

Die in die Teilkammer 4 eintretenden Anteile der von oben nach unten strömenden flüssigen Anteile fließen weiter nach unten, wobei leichter flüchtige Anteile von aufströmenden heißen Gasen erneut verdampft werden. Am Sumpf der Teilkammer 4 sammelt sich eine reine flüssige Mittelsiederfraktion, die durch Ableitung 28 aus der Teilkammer 4 geleitet wird. Ein Teil der ausgeleiteten flüssigen Phase des Mittelsieders B wird dem Verdampfer 29 zugeleitet und zumindest teilweise erneut verdampft. Dieser Anteil wird dann über Dampfzuleitung 30 der Teilkammer 4 erneut zugeführt. Ein Teil der reinen Mittelsiederfraktion B kann über Ausgang 31 entnommen werden. Die über Dampfzuleitung 30 in die Teilkammer 4 zurückgeführten heißen Gase steigen nach oben, wobei die schwerer flüchtigen Anteile des Mittelsieders B durch von oben nach unten strömende flüssige Anteile erneut auskondensiert werden.

Die in den Fig. 2a und 2b dargestellten Ausführungsformen der Kolonne stellen die beiden grundsätzlichen Möglichkeiten für die Anordnung der Trennwand 2 im oberen Abschnitt (Fig. 2a) der Kolonne bzw. im unteren Abschnitt (Fig. 2b) der Kolonne dar. Welche der beiden Ausführungsformen gewählt wird, hängt von der Lage des Siedepunktes des Mittelsieders B relativ zum Siedepunkt des Schwersieders C und des Leichtsieders A ab. Liegt der Siedepunkt des Mittelsieders B näher beim Siedepunkt des Leichtsieders A, ist die in Fig. 2a dargestellte Ausführungsform geeignet, bei der die Zulaufkammer 3 und die Teilkammer 4 im oberen Abschnitt der Kolonne angeordnet sind. Ist der Siedepunkt des Mittelsieders B näher dem Siedepunkt des Schwersieders C benachbart, ist die in Fig. 2b dargestellte Ausführungsform der Kolonne geeignet.

Zur Auftrennung von Stoffgemischen höherer Ordnung, d. h. Stoffgemischen mit mehreren Mittelsiederfraktionen unterschiedlichen Siedepunkts, können die in Fig. 2a und 2b gezeigten Ausführungsformen beliebig kombiniert werden. Fig. 2c zeigt eine Ausführungsform für ein Gemisch mit vier Stoffen, wobei das Stoffgemisch zwei Leichtsieder (A, B) und zwei Schwersieder (D, C) enthält. Die Fraktion A besitzt dabei den niedrigsten Siedepunkt, gefolgt von der Fraktion B, der Fraktion C und schließlich der Fraktion D, welche den höchsten Siedepunkt aufweist. Für eine wirksame Auftrennung des Stoffgemisches ist es erfindungsgemäß wesentlich, daß zum einen der Zulauf 9 beabstandet zum offenen Ende 6 der Zulaufkammer 3 angeordnet ist und daß sich die Trennwände 2 und 2a zumindest über einen Teil ihrer Längsausdehnung überdecken.

Das aus vier Komponenten bestehende Gemisch aus einem Leichtsieder A, einem leichter siedenden Mittelsieder B, einem schwerer siedenden Mittelsieder C und einem Schwersieder D wird über Zuleitung 9 in die Zulaufkammer 3 eingeleitet. Wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 beschrieben, erfolgt in der Zulaufkammer 3 eine Auftrennung in den Leichtsieder A, der über Kopf abgezogen wird, sowie in ein Gemisch der höher siedenden Komponenten B, C und D. Der von oben nach unten fließende flüssige Anteil der Komponenten B, C, D läuft in der ersten Vereinigungskammer nach unten, wo die leichter siedenden Anteile B und C verdampft werden. Im Sumpf der ersten Vereinigungskammer

mer 32 sammelt sich wie bei der in Fig. 1 beschriebenen Ausführungsform der von der Schwertsiederfraktion D gebildete Anteil des Stoffgemisches. Die gasförmigen Komponenten D und C steigen als heißes Gas nach oben in die Zulaufkammer 3, wo sie vom nach unten fließenden flüssigen Anteil erneut auskondensiert werden. Ein weiterer Anteil der gasförmigen Komponenten C und D tritt in den Zwischengang 33 ein, in dem noch vorhandene gasförmige Anteile des Schwertsieders D durch von oben nach unten aus der zweiten Vereinigungskammer 34 übertretende flüssige Anteile auskondensiert werden. Aus dem Zwischengang 33 tritt daher ein Gasgemisch in die zweite Vereinigungskammer 34 über, das keine Anteile des Leichtsieders A und des Schwertsieders D enthält. Das heiße Gasgemisch steigt auf, wobei die schwerer flüchtigen Anteile durch von oben nach unten durch die zweite Vereinigungskammer fließenden flüssigen Anteile auskondensiert werden. Am Kopf der zweiten Vereinigungskammer kann daher eine reine Mittelsiederfraktion B abgenommen werden. Diese wird teilweise kondensiert und in die zweite Vereinigungskammer wieder rückgeführt. Die flüssige Phase fließt nach unten, wobei leichter flüchtige Anteile vom aufsteigenden Gasstrom erneut verdampft werden. Der flüssige Anteil sinkt weiter ab und tritt zum einen in den Zwischengang 33 und weiter in die erste Vereinigungskammer 32 über. Dort werden die leichter flüchtigen Anteile B und C erneut verdampft und werden mit dem Gasstrom wieder zurück in die zweite Vereinigungskammer 34 befördert. Ein weiterer Anteil der aus der zweiten Vereinigungskammer 34 nach unten fließenden flüssigen Phase gelangt in die Teilkammer 4, in der die leichter flüchtigen Anteile (B) durch nach oben steigendes heißes Gas erneut verdampft werden. Im Sumpf der Teilkammer 4 sammelt sich die Fraktion des höher siedenden Mittelsieders C, die aus der Kolonne entnommen werden kann. Wie bei der in Fig. 2b dargestellten Ausführungsform wird ein Teil der Fraktion C erneut verdampft und in die Teilkammer 4 als heißer Gasstrom zurückgeleitet.

Das geschilderte Auftrennungsverfahren läßt sich auf verschiedene Stoffgemische in Abhängigkeit von den Siedepunkten der Einzelkomponenten abstimmen. In Fig. 2d ist eine Anordnung für einen Leichtsieder A, einen Mittelsieder B mit etwas höherem Siedepunkt, einem Mittelsieder C mit einem Siedepunkt, der etwas oberhalb des Mittelsieders B liegt, sowie für einen Schwertsieder D dargestellt. Die Siedepunkte der Komponenten A, B und C sind dabei geringer als der Abstand zum Siedepunkt des Schwertsieders D. Das vorwiegend gasförmig vorliegende Gemisch aus den Komponenten A, B, C und D wird über Zuleitung 9 in die Zulaufkammer 3 eingeleitet. Dort erfolgt, wie bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform geschildert, eine Abtrennung des Leichtsieders A. Die aus den Komponenten B, C und D bestehenden flüssigen Anteile fließen in der Zulaufkammer 3 nach unten und treten in den Abschnitt 35 der Vereinigungskammer 8 über. Der Abschnitt 35 erstreckt sich vom unteren Ende der Trennwand 2 bis zum unteren Ende der Trennwand 2a. Im Abschnitt 35 werden die Anteile des Mittelsieders B von aufsteigenden heißen Gasen verdampft. Die heißen Gase treten zum einen in die Zulaufkammer 3 über, wo sie erneut auskondensiert werden, sowie in die Teilkammer 4a, in der die heißen Gase der Komponente B nach oben steigen und über Kopf abgezogen werden. Ein Teil der aus der Kolonne abgeführten gasförmigen Komponente B wird auskondensiert und wieder der Teilkammer 4a zugeführt. Durch die nach unten fließende flüssige Phase werden noch vorhandene Anteile der höher siedenden Komponenten D und C aus dem aufsteigenden Gasstrom auskondensiert. Die am Kopf der Teilkammer 4a abgezogene Fraktion der Komponente B ist daher frei von Verunreinigungen durch die

Komponenten A, C und D. Die auskondensierten Anteile der Komponenten D und C fließen aus dem Abschnitt 35 weiter nach unten, wobei die leichter flüchtigen Anteile der Komponente C von aufsteigendem heißen Gas verdampft werden. Am Sumpf der Vereinigungskammer 8 sammelt sich daher reine Schwertsiederkomponente D an, die am Sumpf aus der Kolonne geleitet werden kann. Ein Anteil der Schwertsiederkomponente D wird zumindest teilweise erneut verdampft und in die Kolonne zurückgeführt. Die aus der nach unten fließenden flüssigen Phase verdampften Anteile der Komponente C steigen als heißes Gas nach oben, wo sie entweder im Abschnitt 35 erneut auskondensiert werden oder in der Teilkammer 4b weiter nach oben steigen und über Kopf als reine Fraktion C abgezogen werden.

In Fig. 2e ist eine Anordnung gezeigt für einen Leichtsieder A, einen Schwertsieder D sowie zwei Mittelsieder B und C, wobei der Mittelsieder C einen höheren Siedepunkt aufweist als der Mittelsieder B. Die Siedepunkte der Mittelsieders B und C liegen dabei näher am Siedepunkt des Schwertsieders D als am Siedepunkt des Leichtsieders A.

Das überwiegend in flüssiger Phase vorliegende Stoffgemisch aus dem Leichtsieder A, den Mittelsiedern B und C sowie dem Schwertsieder D wird über Zuleitung 9 der Zulaufkammer 3 zugeführt. Der Zulauf 9 ist beabstandet zum offenen Ende 6 der Zulaufkammer 3 angeordnet. Das flüssige Gemisch fließt nach unten, wobei wie bei der Ausführungsform aus Fig. 2b durch aufsteigende heiße Gase die Komponenten A, B und C aus der flüssigen Phase verdampft werden. Am Sumpf der Zulaufkammer 3 sammelt sich der flüssige Schwertsieder D an, der wie bei den anderen Ausführungsformen aus der Zulaufkammer 3 ausgeleitet wird und teilweise als Dampf weder in die Zulaufkammer 3 zurückgeführt wird. Das dampfförmige Gemisch der Komponenten A, B und C steigt als heißer Gasstrom nach oben und tritt aus der Zulaufkammer 3 in den Abschnitt 35 über. Durch von oben nach unten laufende flüssige Phase wird aus dem dampfförmigen Gemisch die Komponente mit dem höchsten Siedepunkt, der Mittelsieder C auskondensiert, und sammelt sich im Sumpf der Teilkammer 4a an. Von dort kann der reine Mittelsieder C aus der Kolonne abgezogen werden. Aus dem Abschnitt 35 der Vereinigungskammer 8 steigen die gasförmigen Komponenten A und B zum Kopf der Kolonne auf, wobei die Komponente B durch von oben nach unten fließende flüssige Phase auskondensiert wird. Die Mittelsiederfraktion B sammelt sich daher im Sumpf der Teilkammer 4b an, aus dem reine Mittelsiederfraktion B abgezogen werden kann. Über Kopf wird schließlich reine Leichtsiederfraktion A abgezogen. Diese wird zumindest teilweise kondensiert und zumindest ein Teil der kondensierten Leichtsiederfraktion A wieder in die Vereinigungskammer 8 zurückgeleitet.

Die erfindungsgemäße Kolonne ist für ein Stoffgemisch mit drei Komponenten (Fig. 2a, b) sowie für ein Stoffgemisch mit vier Komponenten (Fig. 2c, d, e) erläutert worden. Wie dem Fachmann ohne weiteres zugänglich, kann die erfindungsgemäße Kolonne auch für Gemische mit mehr als vier Komponenten ausgestaltet werden. Es werden dann eine entsprechend höhere Anzahl an Trennwänden vorzusehen sein, wobei der Ort der Anordnung, d. h. also im oberen oder im unteren Teil der Kolonne, vom Abstand der Siedepunkte der Komponenten des Gemisches bestimmt wird. Wesentlich ist, daß sich an das offene Ende einer einzelnen Kammer ein Bereich für die Rektifikation anschließt, in der noch Reste der Komponente aus dem Gemisch abgetrennt werden, die in dieser Kammer abgetrennt werden, ehe das Gemisch in die nächste Kammer übertritt. In Fig. 2c entspricht dieser Bereich für die Rektifikation in Bezug auf die Teilkammer 4a der Abschnitt 35, indem noch Reste des Mit-

telsieders B aus dem Gemisch abgetrennt werden. Dieselbe Wirkung hat auch in der Zulaufkammer der Abschnitt zwischen Zulauf und offenem Ende der Zulaufkammer, indem im Fall der Anordnung aus Fig. 2a noch Reste des Leichtsieders A bzw. im Fall der Anordnung aus Fig. 2b noch Reste des Schwersieders C aus dem Gemisch abgetrennt werden.

Die Teilkammern müssen sich nicht immer ausgehend vom Kopf oder vom Sumpf der Kolonne aus erstrecken. Fig. 2f zeigt eine Zulaufkammer 3, deren geschlossenes Ende 36 in Längsrichtung beabstandet zum Kolonnenkopf bzw. Kolonnenendeckel 5 angeordnet ist.

Die erfindungsgemäße Anordnung der Zuleitung in die Zulaufkammer kann auch mit einer Teilungswand kombiniert werden. Unter einer Teilungswand wird dabei ein in Längsrichtung in der Kolonne angeordnetes Teilungsblech verstanden, das in der Kolonne ein in Richtung des Kolonnenkopfes sowie des Kolonnensumpfes geöffnetes Abteil erzeugt. Ausführungsformen mit einem Teilungsblech sind in den Abbildungen der Fig. 2g bis i dargestellt.

In Fig. 2g wird ein aus vier Komponenten bestehendes Gemisch über die Zuleitung 9 in die Zulaufkammer 3 eingeleitet. Wie bei Fig. 2a beschrieben, erfolgt zunächst eine Auftrennung in den Leichtsieder A, der über Kopf aus der Zulaufkammer 3 abgeführt wird und die höher siedenden Komponenten B, C und D, die in kondensierter Form nach unten aus der Zulaufkammer 3 fließen. Sie treten in einen ersten Abschnitt 38 ein, der sich in Längsrichtung vom unteren Ende der Trennwand 2 bis zum unteren Ende der Teilungswand 37 erstreckt und zu seinen Seiten hin von der Hülle 1 und der Teilungswand 37 begrenzt wird. Dort werden durch aufsteigende heiße Gase der überwiegende Anteil der Komponente B sowie ein bestimmter Anteil der Komponente C verdampft, wobei die Komponente C einen höheren Siedepunkt aufweist als die Komponente B. Die an den Komponenten B und C abgereicherte flüssige Phase tritt in einen zweiten Abschnitt 39 über, der sich in Längsrichtung unterhalb des unteren Endes der Teilungswand 37 an den ersten Abschnitt 38 anschließt. Nach unten wird der zweite Abschnitt 39 vom Kolonnensumpf abgeschlossen. Beim weiteren Absinken werden die flüchtigen Bestandteile aus der flüssigen Phase verdampft, so daß sich am Sumpf eine reine Schwersiederfraktion D sammelt, die aus der Kolonne entnommen werden kann. Die gasförmigen Anteile, überwiegend Mittelsieder C sowie Reste des Schwersieders D steigen nach oben. Die heißen Gase treten entweder wieder in den ersten Abschnitt 38 ein, wo die gasförmigen Anteile der Komponente C zum Teil erneut auskondensiert werden bzw. die leichter flüchtigen Anteile sich mit den aus der Zulaufkammer 3 kommenden leichter flüchtigen gasförmigen Anteilen durch den dritten Abschnitt 40, der zu den Seiten von der Trennwand 2 und der Teilungswand 37 begrenzt wird und nach oben und unten offen ist, nach oben in den vierten Abschnitt 41. Der vierte Abschnitt 41 erstreckt sich vom oberen Ende der Trennwand 37 bis zum Kopf der Kolonne und wird zu den Seiten von der Trennwand 2 und der Hülle 1 begrenzt. Im Abschnitt 41 werden die schwerer flüchtigen Anteile von nach unten strömender flüssiger Phase auskondensiert, so daß am Kopf des vierten Abschnitts 41 eine reine Mittelsiederfraktion B abgenommen werden kann. Die schwerer flüchtigen Anteile, überwiegend Anteile des Mittelsieders C, fließen nach unten, wobei sie entweder in den dritten Abschnitt 40 eintreten und beim weiteren Absteigen erneut verdampft werden, oder in den fünften Abschnitt 42, der zu den Seiten hin von der Teilungswand 37 und der Hülle 1 begrenzt wird und nach unten und oben geöffnet ist. Im fünften Abschnitt 42 tritt von unten eine heiße Gasphase ein, die überwiegend aus der Komponente C besteht. Sie steigt in dem fünften Abschnitt 42 auf

und kann über den Ausgang 43 aus der Kolonne entnommen werden. Die in Fig. 2 gezeigte Ausführungsform kann nur verwendet werden, wenn ausreichende Differenzen in den Siedepunkten zwischen den Substanzen B und C vorliegen. Bei zu engem Abstand bzw. zu geringer Längsausdehnung der Teilungswand 37 müssen Verunreinigungen der Mittelsiederfraktion C durch Anteile der Mittelsiederfraktion B bzw. der Schwersiederfraktion D in Kauf genommen werden.

Analog zu den in den Fig. 2c bis e gezeigten Ausführungsformen kann in Abhängigkeit von den Differenzen der Siedepunkte sowie der absoluten Werte der Siedepunkte eine unterschiedliche Anordnung von Trennwand 37 und Teilkammern 4 gewählt werden. Die in der Mitte der Kolonne entnommene Komponente muß dabei jeweils einen genügenden Abstand von den Komponenten mit den nächstliegenden Siedepunkten aufweisen.

Bei den in den Fig. 2h und i gezeigten Ausführungsformen erfolgt die Zuleitung des Gemisches nicht unmittelbar in die Zulaufkammer. Es erfolgt zunächst eine Abtrennung der am leichtesten siedenden Komponenten A, während die höher siedenden Komponenten B bis D bzw. B bis E nach unten fließen. Als Zulaufkammer ist in diesen Ausführungsformen erfindungsgemäß das untere Ende der von der Teilungswand 37 gebildeten Kammer anzusehen. Der erfindungsgemäße Ort der Zuführung in die Zulaufkammer ist in den Fig. 2h und i jeweils mit den Bezugszeichen 9' bezeichnet. Auch bei diesen Ausführungsformen bildet sich in der Zulaufkammer ein Verstärkungsteil und eine Abtriebssäule aus.

In den Teilkammern bzw. den Vereinigungskammern können Einbauten, Packungen oder Schüttungen vorgesehen sein. Beispiele für derartige Ausführungsformen sind in den Fig. 2j und k schematisch dargestellt. In ihrem grundsätzlichen Aufbau entsprechen diese beiden Ausführungsformen der in Fig. 2a bzw. Fig. 1 gezeigten Ausführungsform. Bei der in Fig. 2j dargestellten Ausführungsform enthält die Zulaufkammer 3 sowie die Vereinigungskammer 8 Packungen, während die Teilkammer 4 Einbauten enthält, beim dargestellten Ausführungsbeispiel sind dies Trennbö-

Eine andere Möglichkeit ist in Fig. 2k dargestellt. Dabei enthält die Zulaufkammer 3 eine Schüttung, z. B. Glasringe, während die Teilkammer 4 Packungen enthält. In der Vereinigungskammer sind Einbauten vorgesehen. Es sind grundsätzlich sämtliche auf dem Markt erhältlichen Packungen, Schüttungen oder Einbauten für die erfindungsgemäße Kolonne verwendbar. Ebenso können Aktivpackungen verwendet werden, die eine Umsetzung einer oder mehrerer Komponenten während der Destillation ermöglicht. Der Fachmann wählt für ein gegebenes Trennproblem jeweils die geeigneten Packungen, Schüttungen oder Einbauten aus.

In Fig. 2l zeigt eine spezielle Ausführungsform der in den Fig. 1 und 2a gezeigten Kolonne. Die Zulaufkammer 3 und die Teilkammer 4 sind nicht durch eine Trennwand getrennt, sondern als selbständige Kolonnenäste ausgebildet, deren Außenwand vor der Hülle 1 gebildet wird. Die Auftrennung des Stoffgemisches erfolgt in der gleichen Weise wie bei Fig. 1 beschrieben.

In Fig. 2m ist eine Ausführungsform gezeigt, bei der der Druck in der Zulaufkammer niedriger ist als in der Vereinigungskammer 8 bzw. der Teilkammer 4. Das zu trennende Stoffgemisch wird über Zuleitung 9 in die Zulaufkammer 3 eingeleitet. Das Stoffgemisch wird von einem Leichtsieder A, einem Mittelsieder B und einem Schwersieder C gebildet. Dort wird der Leichtsieder durch aufsteigende heiße Gase verdampft und wird schließlich durch Dampfableitung 12 aus der Kolonne geführt.

Der ausgeleitete Dampf wird kondensiert und zumindest

13

teilweise wieder über Rückführungsleitung 13 in die Zulaufkammer 3 zurückgeführt. Dort fließt das Kondensat nach unten, wobei leichterflüchtige Bestandteile verdampft werden und schwererflüchtige Bestandteile aus der Gasphase auskondensiert werden. Auf dem Boden 101 sammelt sich Kondensat, das aus dem Mittelsieder B und dem Schwersieder C besteht. Das Kondensat wird über Leitung 102 mit Hilfe der Pumpe 103 abgeführt und zwangsweise der Vereinigungskammer 8 zugeführt.

In der Vereinigungskammer 8 herrscht ein höherer Druck als in der Zulaufkammer 3. Das Kondensat aus der Zulaufkammer 3 fließt in der Vereinigungskammer 8 nach unten, wobei Anteile des Mittelsieders B verdampft werden und nach oben steigen. Der Schwersieder C sammelt sich im Sumpf der Vereinigungskammer 8 an und wird von dort aus der Kolonne geführt. Die nach oben steigenden Anteile des Mittelsieders B gelangen zum einen in die Teilkammer 4 und zum anderen über das Drosselorgan 104 und Gasdurchlaß 105 in die Zulaufkammer 3. Durch das Drosselorgan 104 wird das aufsteigende Gas vom höheren Druck in der Vereinigungskammer 8 auf den niedrigeren Druck der Zulaufkammer 3 entspannt.

Die in den Fig. 2a-m dargestellten Kolonnen weisen jeweils externe Verdampfer und Kondensatoren auf. Es ist ebenso möglich, interne Verdampfer und Kondensatoren zu verwenden.

Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch die erfindungsgemäße Kolonne, wobei die Lage des Schnitts durch den Abschnitt der Kolonne gelegt ist, in dem die Teilkammern bzw. Zulaufkammer angeordnet sind. Die Fig. 3a bis f zeigen dabei beispielhafte Anordnungen für ein Gemisch aus drei Komponenten, während die in Fig. 3g bis l gezeigten Anordnungen Beispiele für ein Gemisch mit vier Komponenten zeigen.

In den Figuren sind die Hülle jeweils mit der Bezugsziffer 1 und die Trennwand mit der Bezugsziffer 2 bzw. 2a und 2b bezeichnet.

Fig. 3a zeigt eine Aufteilung, in der der Querschnitt durch die Trennwand 2 in zwei gleichmäßige Hälften geteilt ist. Je nach den Mengenverhältnissen der in dem zu trennenden Gemisch enthaltenen Komponenten können jedoch auch andere Verhältnisse gewählt werden. Fig. 3b zeigt eine Anordnung der Trennwand 2, wobei der Querschnitt im Verhältnis 2 : 1 bzw. in der Fig. 3c im Verhältnis 3 : 1 geteilt wird. In den Fig. 3b und c wird die Trennwand 2 jeweils von zwei in einem Winkel zueinander angeordneten Blechen gebildet. Fig. 3d zeigt eine Ausführungsform mit einer gewölbten Trennwand 2. Mit der in Fig. 3d gezeigten Ausführungsform können Ausdehnungsphänomene durch Temperaturschwankungen leichter beherrscht werden. Besonders vorteilhaft sind die in den Fig. 3e und f gezeigten Ausführungsformen. In der Fig. 3e sind die Teilkammern konzentrisch angeordnet. Temperaturdifferenzen über den Querschnitt heben sich daher auf und führen nicht zu Verspannungen der Kolonne. In der Fig. 3f ist eine der Teilkammern in mehrere Röhren unterteilt. Die in den Röhren enthaltene Phase wird im oberen oder unteren Teil durch einen gemeinsamen Raum, der mit allen Röhren verbunden ist, vereinigt.

In den Fig. 3g bis l sind entsprechende Beispiele für Anordnungen für ein Gemisch mit vier Komponenten gezeigt. In Fig. 3g ist eine Anordnung mit zwei parallelen planaren Trennwänden 2a und 2b gezeigt. In Fig. 3h ist eine Anordnung mit drei Kreissegmenten gezeigt, die jeweils eine Teilkammer bilden und von einer Trennwand 2 getrennt werden. In Fig. 3j ist wiederum eine konzentrische Anordnung von drei Teilkammern gezeigt. In Fig. 3k eine Anordnung mit zwei Röhren, wobei jede Röhre zur Abtrennung einer bestimmten von der in der anderen Röhre abgetrennten Kom-

ponente verschiedenen Komponente dient. Es sind beliebige Kombinationen denkbar. In den Fig. 3i und l sind beispielhaft Kombinationen von ringförmigen und planaren Trennwänden gezeigt.

In den Fig. 4 und 5 sind die beiden Möglichkeiten für die Anordnung zur Trennung eines Gemisches aus drei Komponenten in größerem Detail dargestellt. Dabei entspricht Fig. 4 der in Fig. 1 bzw. Fig. 2a dargestellten Ausführungsform und Fig. 5 der in Fig. 2b dargestellten Ausführungsform. Zur Trennung der einzelnen Komponenten wird daher auf die entsprechenden Abschnitte verwiesen. Bei der in Fig. 4 gezeigten Ausführungsform sind in der Zulaufkammer 3 mehrere Zwischenböden 16 angeordnet. Auf diesen Zwischenböden kann beispielsweise Packungsmaterial angeordnet sein. Die gasförmigen Komponenten werden durch Dampfableitung 12 aus der Zulaufkammer bzw. Dampfableitung 14 aus der Teilkammer 4 ausgeleitet. Die Kolonne weist einen Kolonnendeckel 5 auf, an den die Kolonne aufgehängt ist. Am unteren Ende ist die Kolonne frei gelagert. Auf diese Weise können Verspannungen, die durch Temperaturschwankungen innerhalb der Kolonne und die damit verbundene unterschiedliche Materialausdehnung entstehen, ausgeglichen werden.

In Fig. 5 ist die der Fig. 2b entsprechende Ausführungsform detaillierter dargestellt. Bei dieser Ausführungsform enthält die Zuführungskammer 3 ebenfalls Zwischenböden 16. Die Zwischenböden sind auch in der Vereinigungskammer 8 vorgesehen. Die Kolonne weist wiederum einen Kolonnendeckel 5 auf, an dem die Kolonne aufgehängt ist.

Fig. 6 zeigt in größerem Detail den Aufbau der Zwischenböden 16, wie er beispielsweise in den Zulaufkammern 3 in den Ausführungsformen der Fig. 4 und 5 verwendet wird. Zwei übereinander liegende Zwischenböden 16 werden jeweils entlang einer ihrer Seiten durch einen Zuganker 43 gegeneinander verspannt und damit fixiert. Auf der gegenüberliegenden Seite ist an der Unterseite des Zwischenboden 16 ein Hemd 44 befestigt. Dieses greift mit seinem unteren Ende in eine am äußeren Rand des darunter angeordneten Zwischenboden 16 angeordnete Abdichtung 45 ein. Die Abdichtung 45 besteht aus einem U-förmigen Profil, das den Rand des Hemds zu einer Seite umschließt. Zwischen Hemd und U-förmigem Profil ist beispielsweise Flüssigkeit enthalten, wodurch eine Abdichtung des Raumes zwischen zwei Zwischenböden 16 zur Außenseite hin gewährleistet ist. Durch den gewählten Aufbau können Verspannungen, die durch Temperaturdifferenzen über die Länge der Kolonne vorliegen, ausgeglichen werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Hülle
- 2 Trennwand
- 3 Zulaufkammer
- 3a Verstärkungssäule
- 3b Abtriebssäule
- 4 Teilkammer
- 5 Kolonnendeckel
- 6 offenes Ende
- 7 offenes Ende
- 8 Vereinigungskammer
- 9 Zuleitung
- 10 Sumpfablauf
- 11 Dampfzuführung
- 12 Dampfableitung
- 13 Rückführungsleitung
- 14 Dampfableitung
- 15 Rückführungsleitung
- 16 Zwischenböden

17 Öffnungen	
18 Packungen/Schüttungen/Einbauten	
19 Öffnungen	
20 Kamin	
21 Ableitung	5
22 Verdampfer	
23 Dampfdruckführungsleitung	
24 Dampfausleitung	
25 Kondensator	
26 Rückführungsleitung	10
27 Ausgang	
28 Ableitung	
29 Verdampfer	
30 Dampfzuleitung	
31 Ausgang	15
32 erste Vereinigungskammer	
33 Zwischengang	
34 zweite Vereinigungskammer	
35 Abschnitt	
36 geschlossenes Ende	20
37 Teilungswand	
38 erster Abschnitt	
39 zweiter Abschnitt	
40 dritter Abschnitt	
41 vierter Abschnitt	25
42 fünfter Abschnitt	
43 Zuganker	
44 Hemd	
45 Abdichtung	
101 Boden	30
102 Leitung	
103 Pumpe	
104 Drosselorgan	
105 Gasdurchlaß	35

Patentansprüche

1. Kolonne zum Trennen von Gemischen mit mindestens drei Stoffen, mit einer äußeren, einen Innenraum der Kolonne begrenzenden Hülle (1) und mindestens einem Kolonnendeckel (5), sowie mehreren sich über einen Abschnitt der Längsausdehnung der Kolonne erstreckenden, einseitig in den Innenraum der Kolonne geöffneten Teilkammern (3, 4), wobei eine Teilkammer als Zulaufkammer (3) ausgebildet ist, der das zu trennende Gemisch zugeleitet wird, sowie mindestens einer Vereinigungskammer (8), die sich an die in den Innenraum der Kolonne gerichtete Öffnung von mindestens zwei Teilkammern (3, 4) anschließt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zuleitung des zu trennenden Gemisches in die Zulaufkammer (3) an einem Ort beabstandet zum offenen Ende der Zulaufkammer (3) erfolgt, in der Weise, daß die Zulaufkammer in dem sich zur einen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt als Verstärkungssäule (3a) ausgebildet ist und in dem sich zur anderen Seite an den Ort der Zuleitung anschließenden Abschnitt (3b) als Abtriebs- säule ausgebildet ist.
2. Kolonne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Trennwand (2) zwischen den Teilkammern (3, 4) vorgesehen ist.
3. Kolonne nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Austauschverbindung (102, 104, 105) zwischen Zulaufkammer (3) und Vereinigungskammer (8) vorgesehen ist, zum Austausch von gasförmiger und/oder flüssiger Phase.
4. Kolonne nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilkammern (3, 4) konzentrisch

angeordnet sind.

5. Kolonne nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (2) entlang mindestens einer ihrer Längsseiten mit der Innenseite der Hülle (1) der Kolonne verbunden ist.

6. Kolonne nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwand (2) eine Wölbung aufweist.

7. Kolonne nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Teilungswand (37) vorgesehen ist, die zumindest abschnittsweise innerhalb einer Teilkammer (3, 4) angeordnet ist.

8. Kolonne nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Trennwände (2) aus Segmenten aufgebaut sind.

9. Kolonne nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolonne am Kolonnendeckel (5) aufgehängt ist.

10. Kolonne nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß Schüttungen, Packungen, Einbauten oder Trennböden, die gegebenenfalls katalytisch aktiv sein können, in mindestens einer Teilkammer (3, 4) und/oder mindestens einer Vereinigungskammer (8) vorgesehen sind.

11. Kolonne nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Trennwände (2) mit unterschiedlicher Längsausdehnung vorgesehen sind.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

5

FIG.1

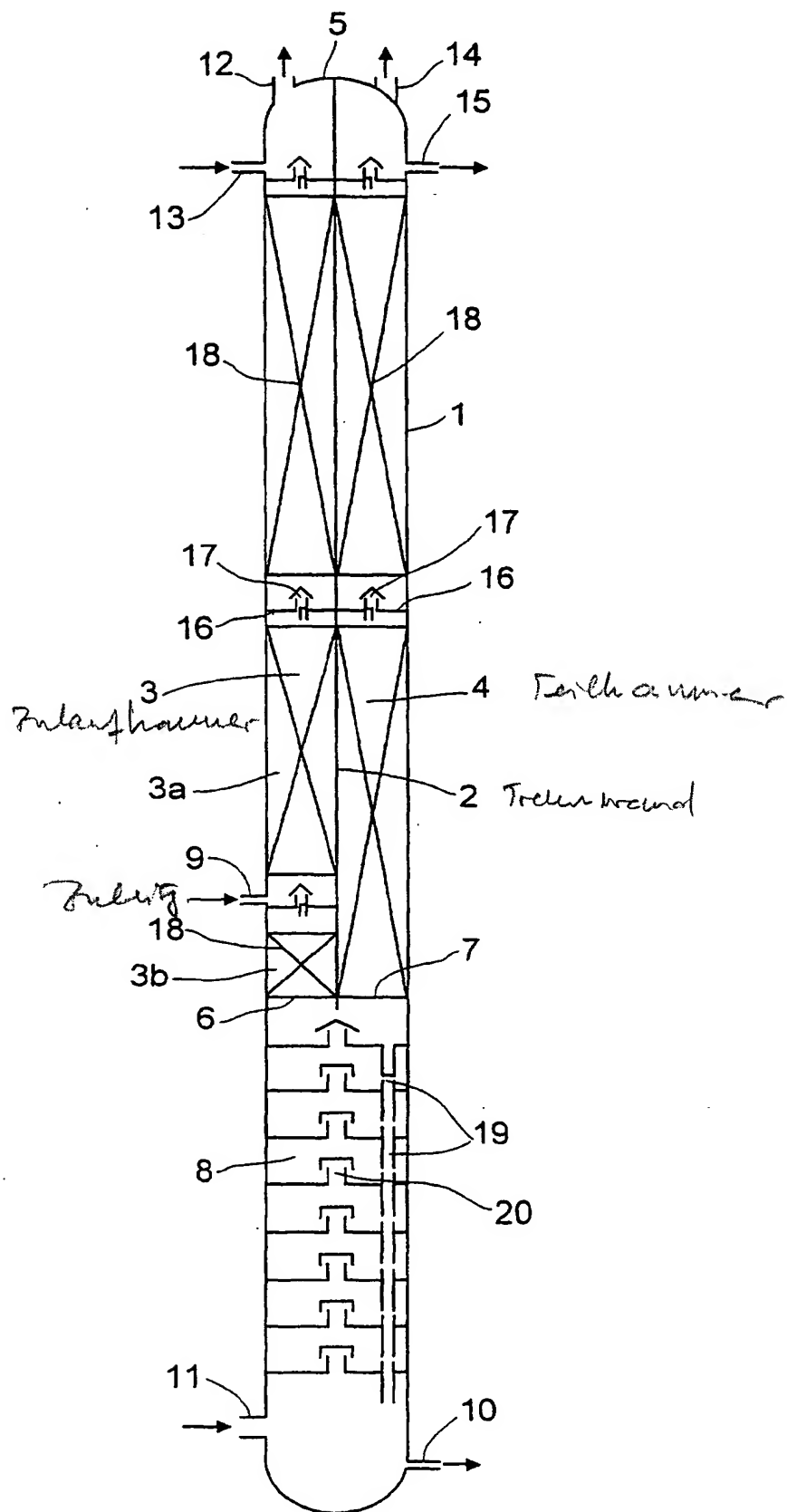


FIG.2

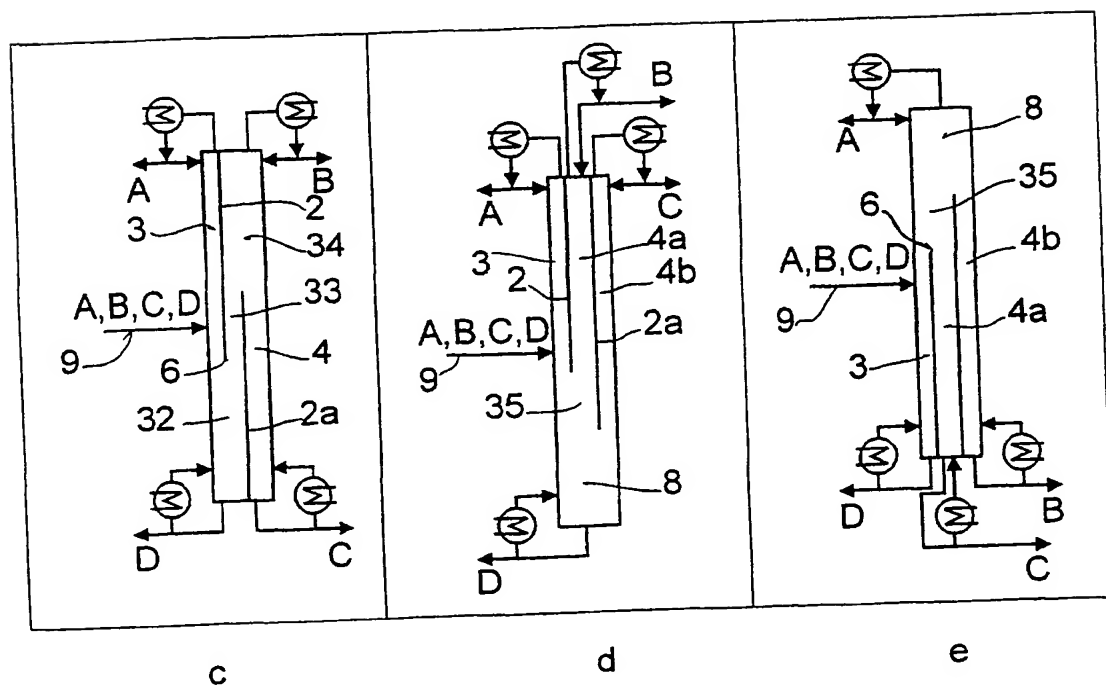
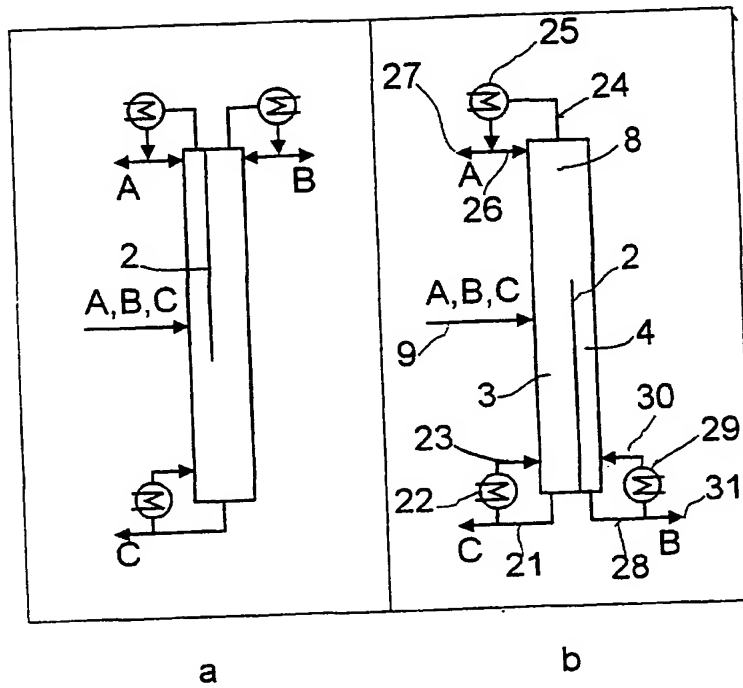


FIG.2

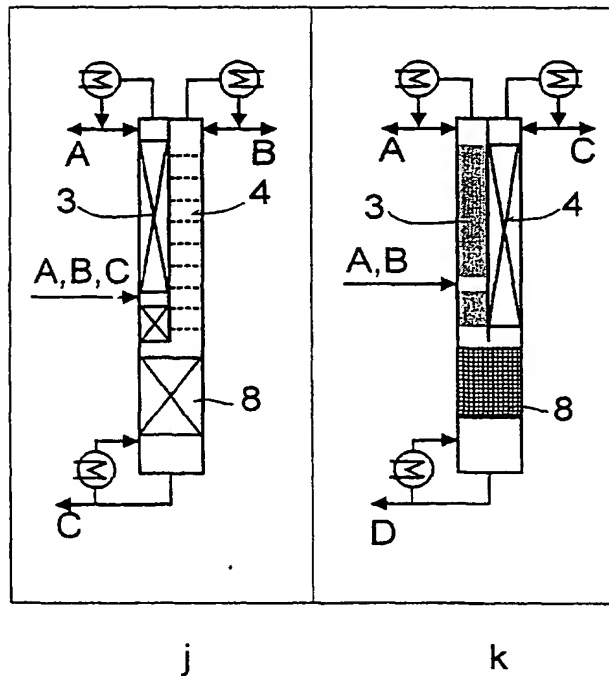
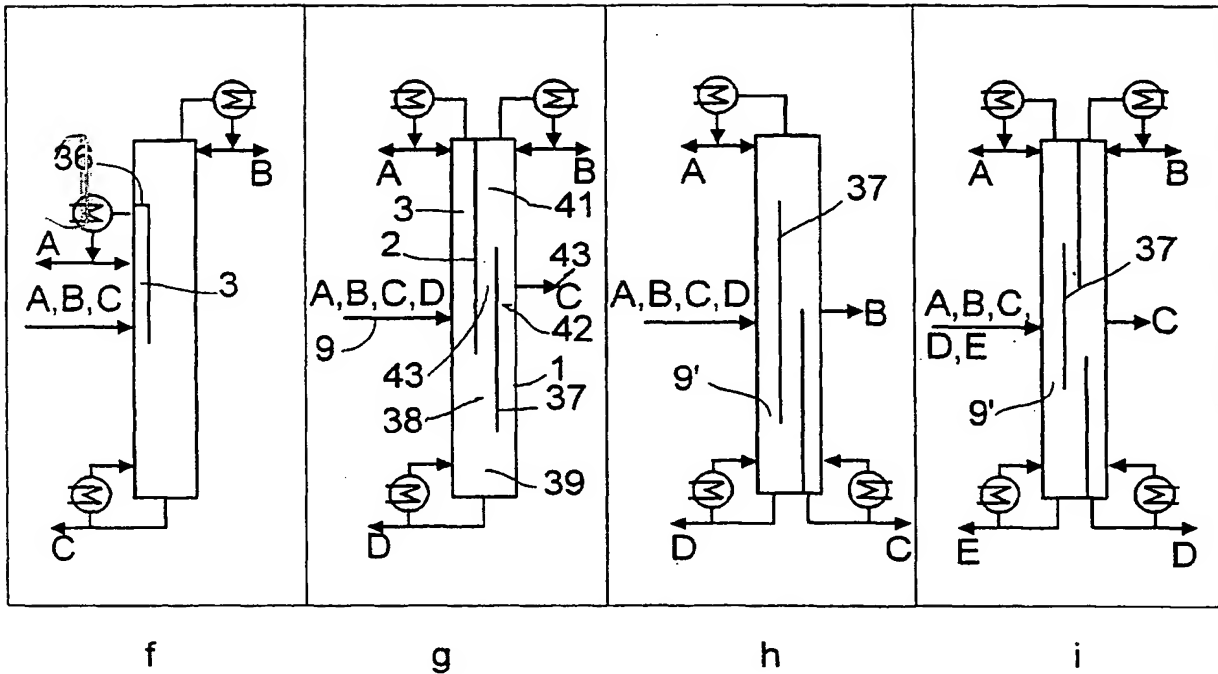


FIG.2

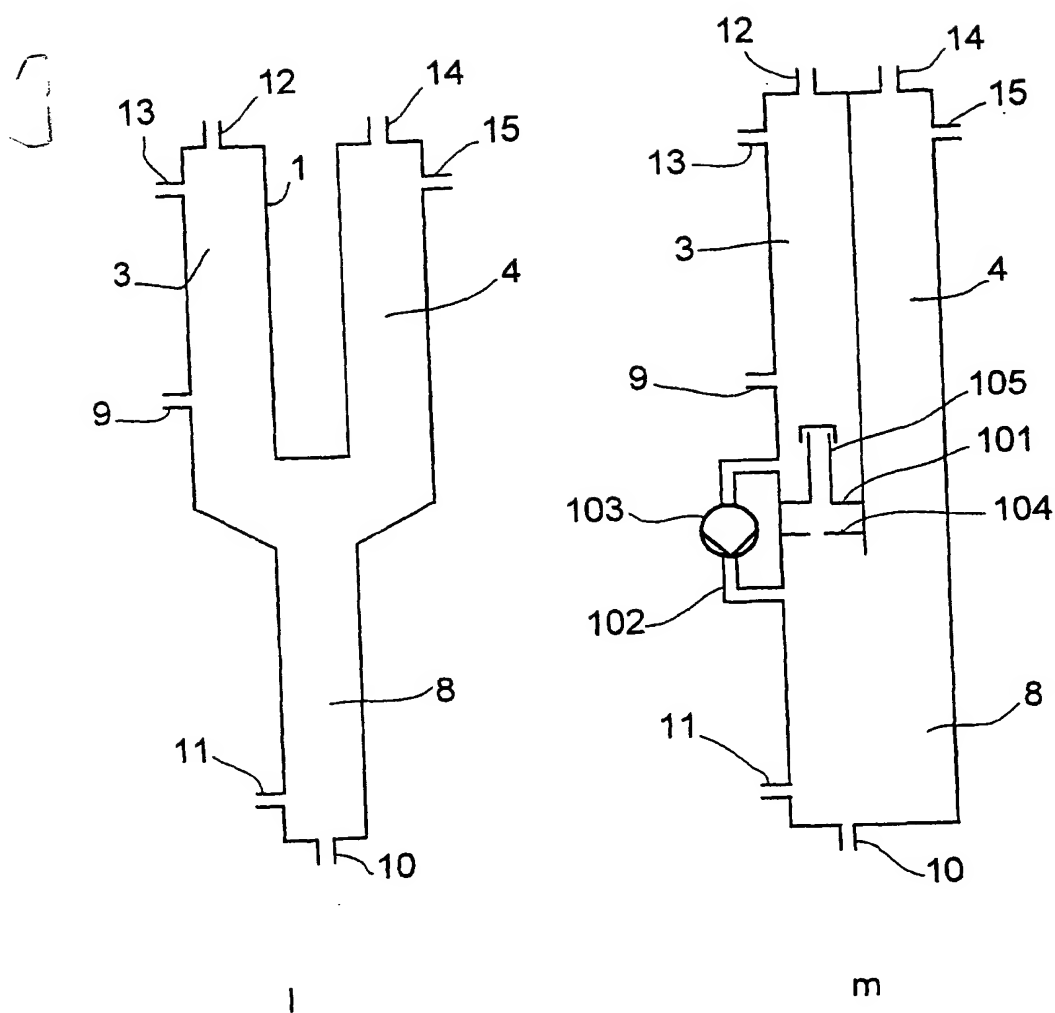
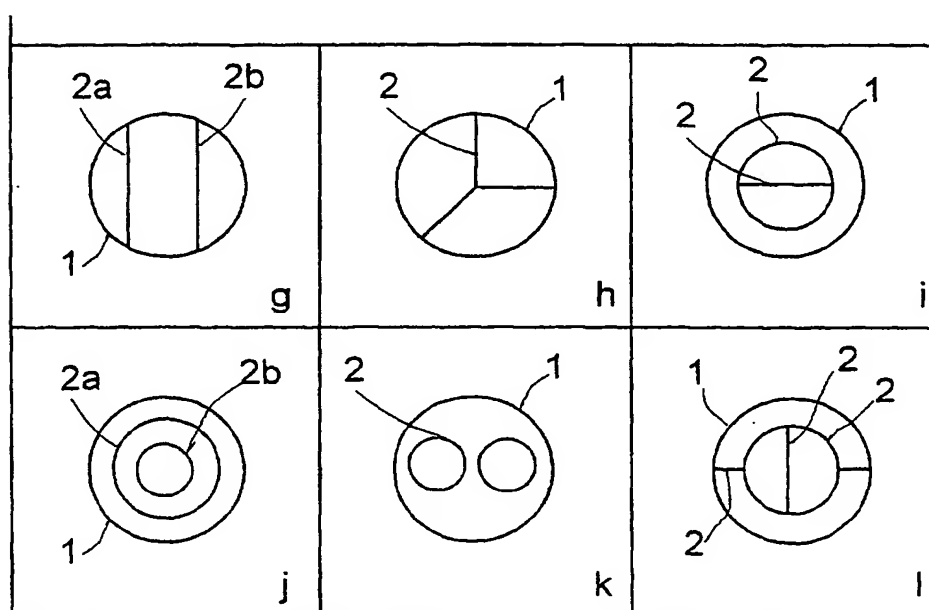
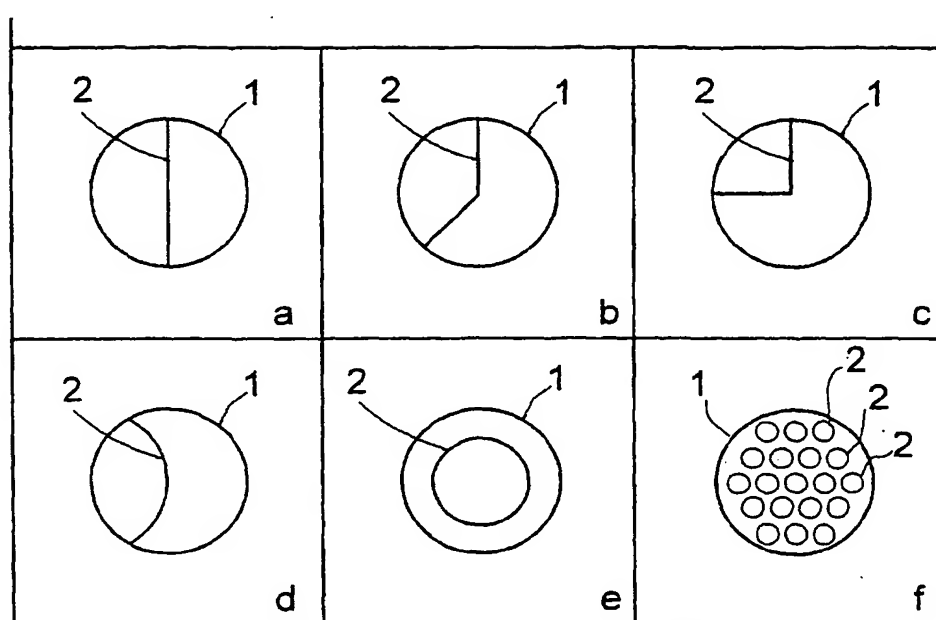


FIG.3



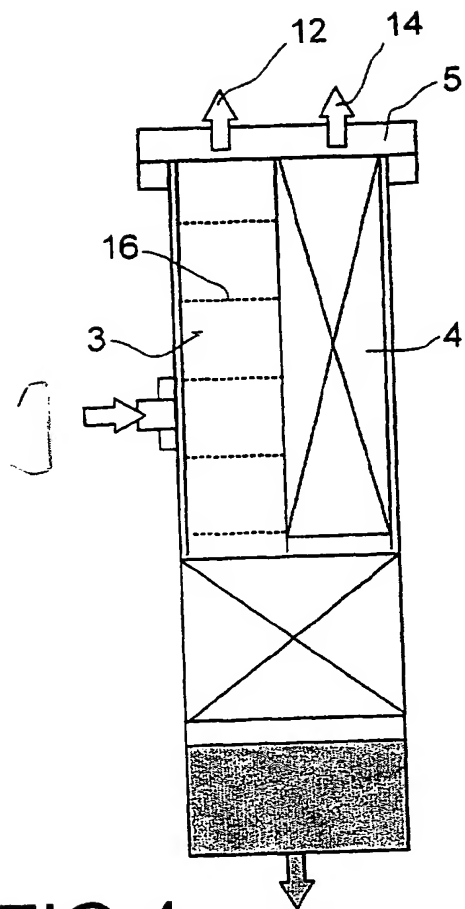


FIG. 4

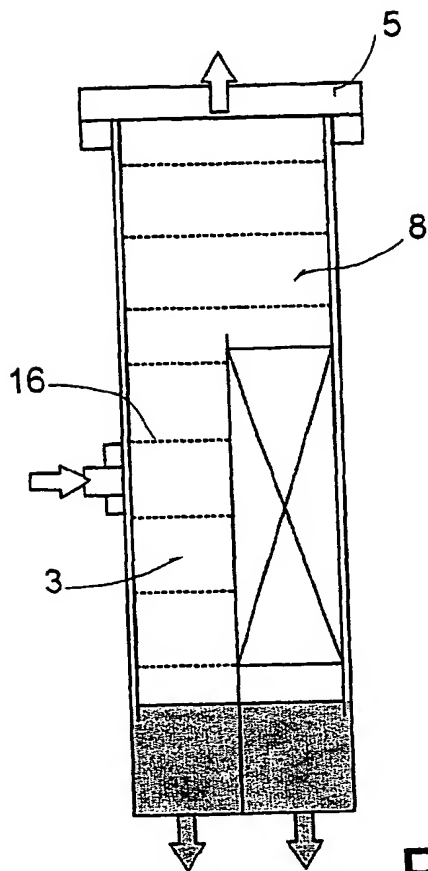


FIG. 5

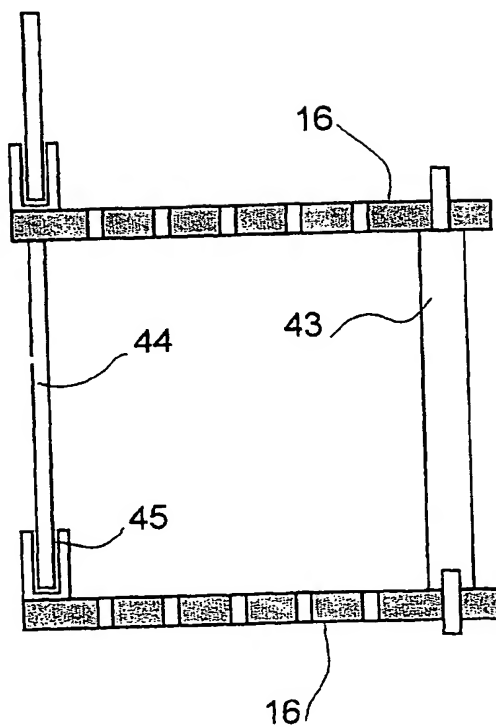


FIG. 6